

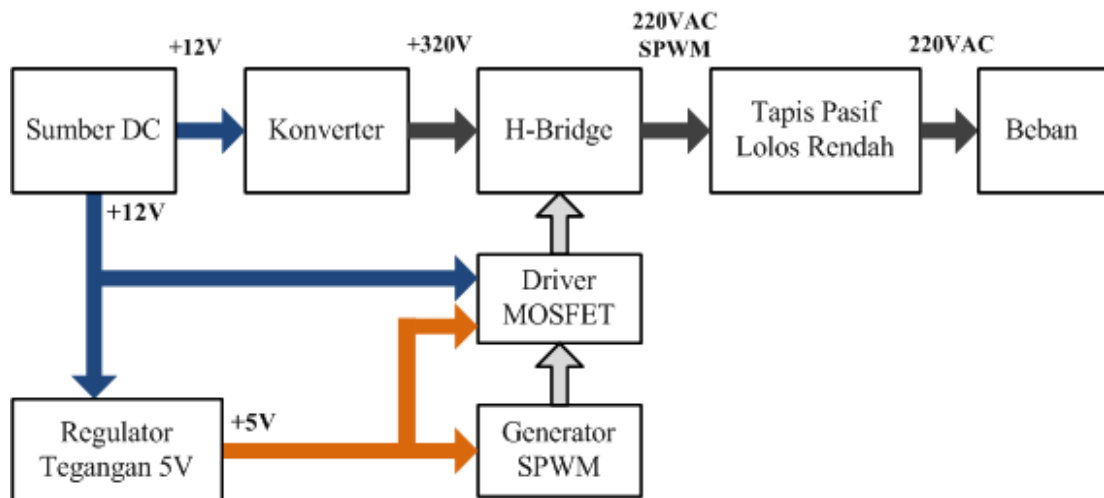
BAB III

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen (uji coba). Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat suatu inverter yang dapat digunakan untuk aplikasi *solar home system* dimana sumber energi listrik sebagai masukan inverter berasal dari baterai dimana energi listrik dari sel surya disimpan. Penelitian berupa eksperimen dilakukan pada perancangan sistem, baik pada pembuatan program untuk membangkitkan sinyal pencatu MOSFET, maupun perancangan keseluruhan rangkaian inverter.

3.1. Diagram Blok Sistem

Inverter yang akan dirancang pada penelitian ini terdiri dari beberapa bagian antara lain konverter dc-dc, generator SPWM, driver MOSFET, H-Bridge, tapis pasif lolos rendah, dan regulator tegangan. Adapun diagram blok sistem secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Blok Sistem

Rangkaian konverter dc-dc pada sistem diatas berfungsi untuk mengubah tegangan dc 12V dari akumulator menjadi tegangan dc 320V, dimana tegangan keluaran ini akan digunakan sebagai masukan rangkaian H-Bridge. Generator SPWM merupakan rangkaian yang berfungsi membangkitkan sinyal SPWM dan

sinyal kotak yang digunakan untuk mengendalikan pensaklaran MOSFET. Rangkaian generator SPWM terdiri dari mikrokontroler ATtiny 2313A dan IC TTL 7408. Kemudian driver MOSFET berfungsi sebagai antarmuka antara generator SPWM dan rangkaian H-Bridge, karena tegangan keluaran generator SPWM hanya 5V, sedangkan untuk mengaktifkan MOSFET pada kondisi *fully on* diperlukan tegangan V_{GS} lebih dari 10V. H-Bridge merupakan topologi inverter terdiri dari dua kaki dengan masing-masing dua buah MOSFET. Tegangan sumber dc yang masuk pada H-Bridge akan diatur menggunakan sistem pensaklaran SPWM, sehingga dihasilkan keluaran berupa tegangan ac berbentuk kuasi SPWM. Rangkaian tapis pasif lolos rendah berfungsi untuk melakukan penapisan terhadap tegangan keluaran H-Bridge yang masih berupa ac kuasi menjadi gelombang sinus murni. Kemudian bagian regulator tegangan digunakan untuk mengatur tegangan sumber dc agar tegangan keluarannya bernilai 5V dan 12V, dimana tegangan ini digunakan untuk mencatu rangkaian generator SPWM dan driver MOSFET.

3.2. Spesifikasi Sistem

Inverter yang akan dirancang merupakan inverter dengan keluaran sinusoidal murni. Karena inverter ini akan digunakan untuk *solar home system*, sehingga sumber tegangan searah yang akan mencatu inverter berasal dari baterai yang digunakan sebagai tempat penyimpanan energi listrik hasil pembangkitan sel surya. Inverter yang akan dirancang memiliki spesifikasi daya keluaran 300VA dan tegangan keluaran 220V dengan bentuk gelombang sinusoida murni. Daya keluaran yang digunakan cukup untuk menyuplai beban berupa lampu untuk penerangan serta peralatan listrik berdaya rendah. Hal tersebut karena inverter ini bertujuan untuk diterapkan pada *solar home system* di daerah terpencil.

Tabel 3.1. Spesifikasi Perancangan Inverter

Parameter	Keterangan
Daya keluaran	300 VA

Iyung Ruslan, 2017

RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA TOPOLOGI H-BRIDGE BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK SOLAR HOME SYSTEM

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Tegangan keluaran	220 VAC
Tegangan masukan	12 VDC
Bentuk gelombang keluaran	Sinusoida Murni
Frekuensi	50 Hz

3.3. Diagram Alir Perancangan Sistem

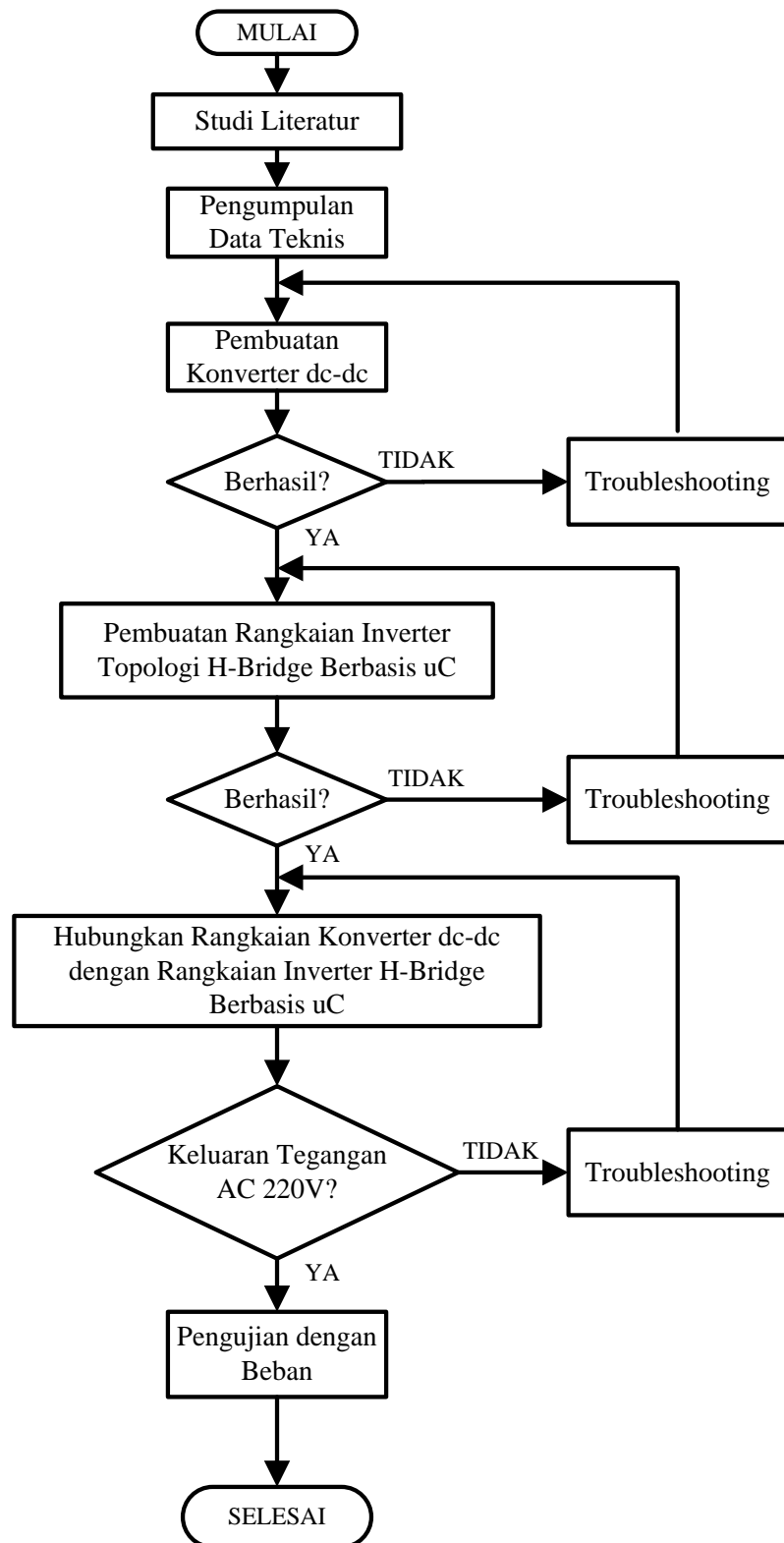
Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa langkah. Pertama, dilakukan studi literatur terkait pembahasan mengenai perancangan konverter dc-dc serta inverter satu fasa berbasis mikrokontroler, baik itu dari jurnal, buku maupun sumber rujukan lainnya. Kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data teknis yang selanjutnya akan digunakan untuk perencanaan dalam perancangan konverter dc-dc dan inverter yang akan dibuat. Setelah itu, dilakukan pembuatan dc-dc konverter, dimana terlebih dahulu dilakukan pemilihan topologi dc-dc konverter yang akan digunakan. Setelah berhasil, langkah selanjutnya yaitu pembuatan bagian rangkaian inverter topologi H-Bridge berbasis mikrokontroler. Pembuatan rangkaian inverter topologi H-Bridge ini mencakup rangkaian generator SPWM, H-Bridge, serta tapis LC. Apabila rangkaian inverter topologi H-Bridge berhasil dibuat, maka dilanjutkan ke langkah berikutnya, namun jika belum maka dilakukan *troubleshooting* hingga rangkaian berhasil dibuat. Langkah selanjutnya yaitu menghubungkan rangkaian konverter dc-dc dengan rangkaian inverter topologi H-Bridge berbasis mikrokontroler yang telah dibuat. Kemudian kedua rangkaian yang telah dihubungkan tersebut diberi masukan tegangan sebesar 12V. Selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap keluaran rangkaian, apakah sudah bernilai 220V AC, jika belum, maka perlu dilakukan *troubleshooting*, apabila keluaran sudah sesuai, maka dilanjutkan ke langkah berikutnya. Langkah selanjutnya yaitu pengujian rangkaian dengan menggunakan beban. Beban yang akan digunakan pada penelitian ini adalah beban berupa lampu pijar. Setelah berhasil dilakukan pengujian terhadap rangkaian yang telah dibuat, selanjutnya dilakukan analisis

Iyung Ruslan, 2017

RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA TOPOLOGI H-BRIDGE BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK SOLAR HOME SYSTEM

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

terhadap hasil pengujian inverter yang telah dilakukan, untuk mengetahui spesifikasi dan kekurangan dari inverter yang telah dibuat. Adapun diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.2 berikut.



Iyung Ruslan, 2017

RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA TOPOLOGI H-BRIDGE BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK SOLAR HOME SYSTEM

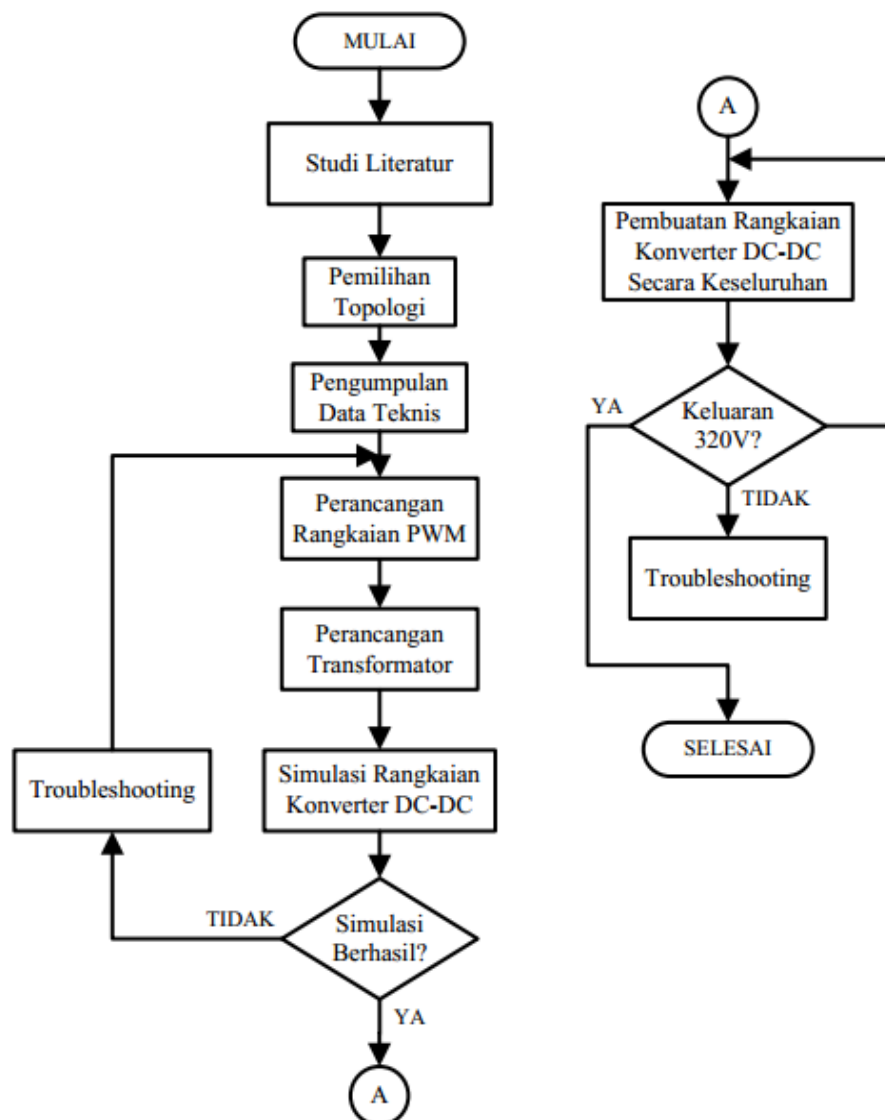
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.2. Diagram Alir Perancangan Sistem

3.4. Pembuatan Konverter dc-dc

3.4.1. Diagram Alir

Pembuatan konverter dc-dc bertujuan untuk membuat pengubah tegangan dc 12V dari akumulator menjadi tegangan dc 320V. Adapun diagram alir pembuatan konverter dc-dc seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Diagram Alir Pembuatan Konverter DC-DC

Iyung Ruslan, 2017

RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA TOPOLOGI H-BRIDGE BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK SOLAR HOME SYSTEM

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Pembuatan konverter dc-dc ini terdiri dari beberapa langkah antara lain, pertama dilakukan studi literatur mengenai rangkaian konverter dc-dc beserta topologinya. Selanjutnya dilakukan pemilihan topologi konverter dc-dc yang akan digunakan sesuai dengan fungsi yang diperlukan. Kemudian dari topologi yang telah dipilih tersebut, dikumpulkan data-data teknis terkait, baik itu pemilihan komponen yang akan digunakan, perhitungan nilai-nilai komponen, frekuensi kerja rangkaian dan lainnya. Setelah itu dilakukan perancangan rangkaian PWM untuk pensaklaran komponen saklar daya sesuai dengan frekuensi kerja yang direncanakan. Kemudian dilanjutkan dengan perancangan transformator yang akan digunakan, mulai dari pemilihan inti, perhitungan lilitan hingga perhitungan luas penampang kawat yang digunakan.

Setelah dilakukan perancangan, dilakukan simulasi terhadap rangkaian konverter dc-dc tersebut. Apabila simulasi telah berhasil, maka dilanjutkan ke pembuatan rangkaian keseluruhan secara riil. Setelah rangkaian konverter dc-dc selesai dibuat, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap rangkaian, bila tegangan keluaran yang terukur sudah bernilai 320V dc, maka rangkaian telah berhasil dibuat. Bila belum maka perlu dilakukan *troubleshooting* hingga keluaran rangkaian sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

3.4.2. Desain dan Perancangan Konverter DC-DC

Rangkaian konverter dc-dc yang dibuat menggunakan topologi push-pull, dimana frekuensi kerja yang akan digunakan sebesar 30kHz. Rangkaian osilator yang digunakan untuk pensaklaran MOSFET dibuat menggunakan IC SG3525. SG3525 memiliki dua keluaran dimana masing-masing keluarannya berbeda fasa 180° dengan duty cycle maksimum sebesar 50%. Untuk mendapatkan frekuensi sebesar 30kHz, dilakukan pengaturan terhadap nilai R_T , C_T , serta R_D . Dengan mengatur nilai awal $C_T = 10\text{nF}$ dan $R_D = 100\Omega$, maka didapatkan nilai R_T dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada datasheet SG3525, dimana

$$f = \frac{1}{C_T \times (0,7R_T + 3R_D)}$$

Iyung Ruslan, 2017

RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA TOPOLOGI H-BRIDGE BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK SOLAR HOME SYSTEM

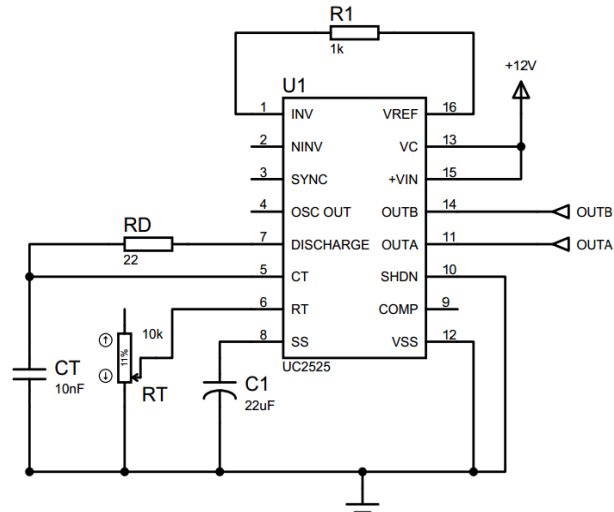
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

$$\Rightarrow 0,7R_T + 3R_D = \frac{1}{C_T \times f} \Leftrightarrow 0,7R_T = \frac{1}{C_T \times f} - 3R_D$$

$$R_T = \frac{\frac{1}{C_T \times f} - 3R_D}{0,7} = \frac{\frac{1}{10 \times 10^{-9} \times 30 \times 10^3} - 3(100)}{0,7} = \frac{3333,33 - 300}{0,7}$$

$$R_T = 4333,33\Omega$$

Karena nilai R_T sulit untuk didapatkan di pasaran, sehingga digunakan trimmer potensiometer dan dilakukan pengaturan agar didapatkan nilai tersebut.



Gambar 3.4. Rangkaian Pembangkit PWM dengan SG3525

Karena topologi yang digunakan merupakan topologi push pull, sehingga diperlukan transformator pada rangkaiannya. Adapun frekuensi yang digunakan pada konverter dc-dc ini yaitu frekuensi tinggi 30kHz, sehingga transformator yang digunakan adalah transformator dengan inti ferit. Inti ferit yang digunakan merupakan inti ferit tipe EER53, dengan nilai A_c 3,195cm². Maksimum rapat fluks yang digunakan yaitu 1600G untuk menghindari inti ferit dari saturasi (Pressman, dkk., 2009, hlm. 295). Sehingga dengan menggunakan persamaan 2.18, maka akan diperoleh nilai lilitan primer yaitu,

$$N_p = \frac{V_{in(nom)} \cdot 10^8}{4 \cdot f \cdot B_{max} \cdot A_c}$$

$$= \frac{12 \cdot 10^8}{4 \cdot 30000 \cdot 1600 \cdot 3,19} = 1,96 \approx 2 \text{ lilit}$$

Iyung Ruslan, 2017

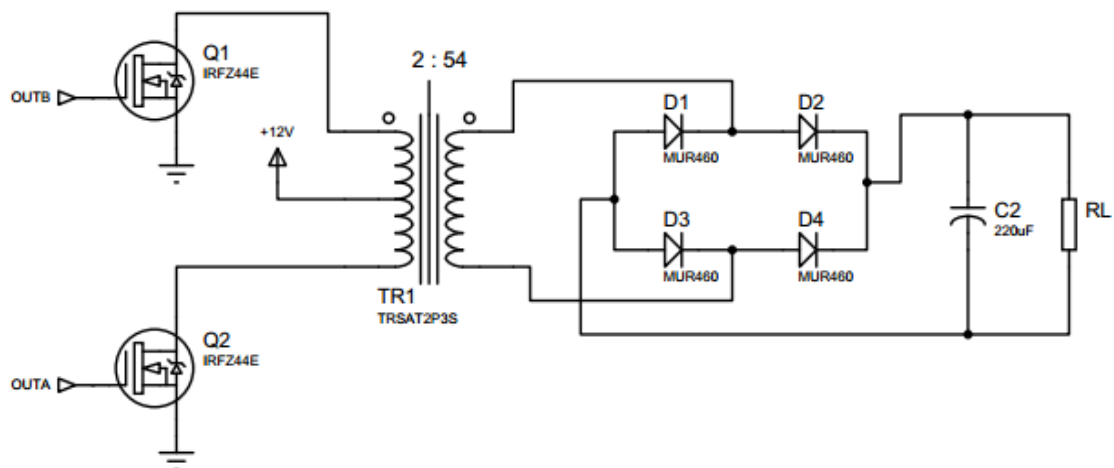
RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA TOPOLOGI H-BRIDGE BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK SOLAR HOME SYSTEM

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Selanjutnya dengan menggunakan persamaan 2.17 mengenai perbandingan lilitan transformator dengan tegangan, sehingga diperoleh nilai lilitan sekunder yaitu

$$N_s = \frac{V_s}{V_p} \times N_p = \frac{320}{12} \times 2 = 53,33 \approx 54 \text{ lilit}$$

Meskipun dari hasil perhitungan diperoleh banyaknya N_s sebanyak 54 lilitan, tetapi pada pembuatan riilnya ditambahkan beberapa lilitan agar keluaran sekunder menghasilkan tegangan keluaran yang sesuai.



Gambar 3.5. Konverter DC-DC Topologi Push-Pull

Pada topologi pushpull, MOSFET harus memiliki nilai tegangan rating lebih dari dua kali nilai tegangan masukan, yaitu sebesar $2 \times 12\text{V}$ atau 24V . Sehingga MOSFET yang digunakan pada konverter push-pull yaitu tipe IRFZ44 dengan tegangan rating V_{DS} maksimum sebesar 60V dan arus rating I_D maksimum sebesar 50A . Sedangkan dioda yang digunakan pada keluaran transformator merupakan dioda frekuensi tinggi yaitu MUR460 dengan tegangan dan arus rating maksimum sebesar 600V 4A . Kemudian keluaran dioda dihubungkan dengan kapasitor elektrolit sebesar $220\mu\text{F}$ 450V yang digunakan sebagai tapis untuk mengurangi riak.

Karena besarnya daya dari inverter yang akan dibuat yaitu sebesar 300VA , dengan tegangan masukan sebesar 12V , maka besarnya arus rating transformator yang harus dibuat yaitu

Iyung Ruslan, 2017

RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA TOPOLOGI H-BRIDGE BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK SOLAR HOME SYSTEM

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

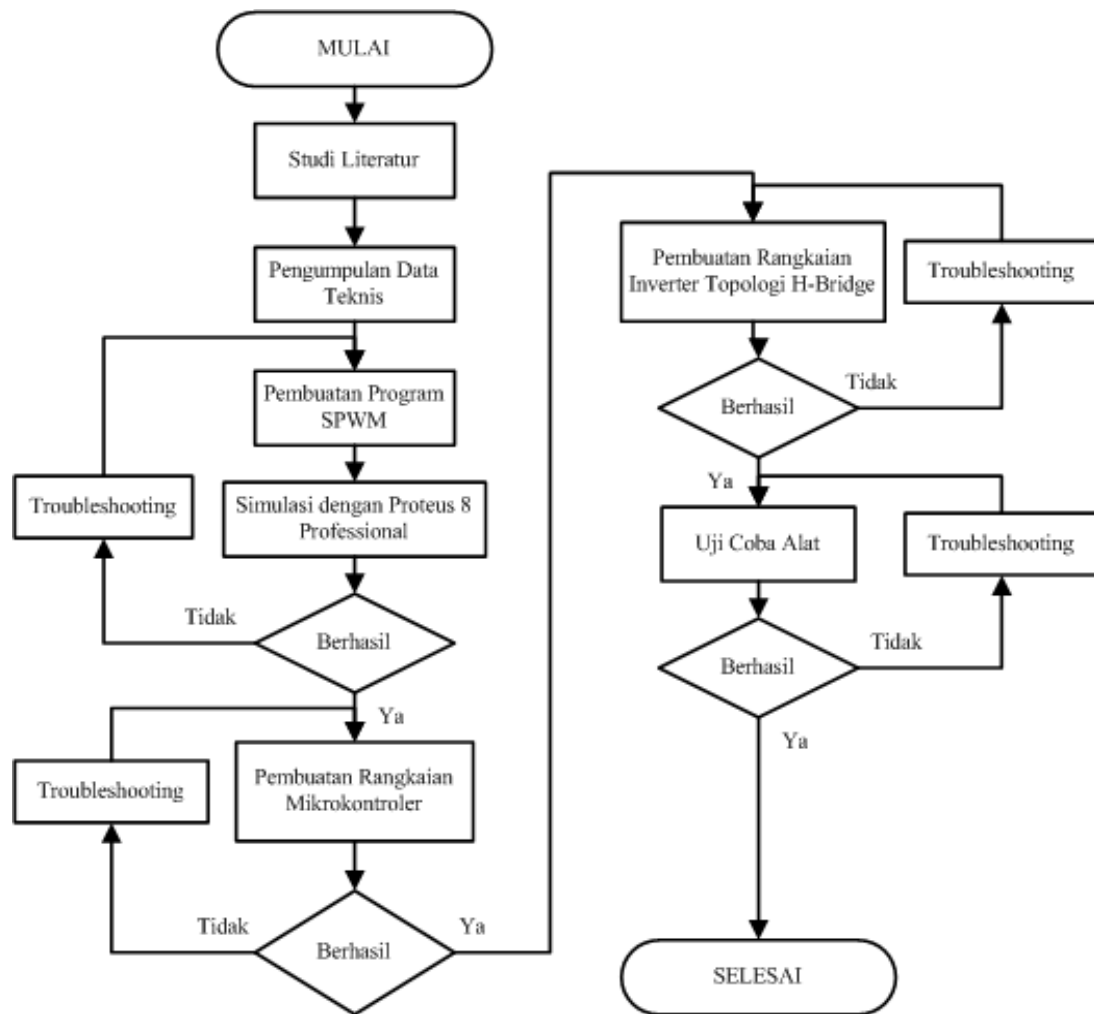
$$S = VI \Rightarrow I = \frac{S}{V} = \frac{300}{12} = 25A$$

Karena frekuensi yang digunakan pada transformator adalah 30kHz, sehingga mengacu pada tabel AWG pada lampiran, kawat enamel yang digunakan yaitu kawat dengan diameter 0,6mm, dimana arus maksimum yang bisa dilewatkan sebesar 0,8A. Sehingga untuk mendapatkan arus 25A, maka diperlukan 30 lapis kawat enamel 0,6mm pada lilitan primer transformator.

3.5. Pembuatan Inverter Topologi H-Bridge Berbasis Mikrokontroler

3.5.1. Diagram Alir

Prosedur yang dilakukan pada pembuatan bagian rangkaian inverter topologi H-Bridge berbasis mikrokontroler terdiri dari beberapa langkah. Pertama, dilakukan studi literatur terkait pembahasan mengenai perancangan inverter topologi H-Bridge berbasis mikrokontroler dari berbagai sumber literatur. Kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data teknis sebagai penunjang dalam perencanaan perancangan rangkaian. Setelah itu dilakukan pembuatan program SPWM yang nantinya akan diunduh pada mikrokontroler Attiny2313A. Setelah program dibuat, kemudian dilakukan simulasi program SPWM menggunakan perangkat lunak Proteus 8 Professional. Setelah simulasi berhasil dilakukan, maka dilanjutkan dengan pembuatan rangkaian mikrokontroler sebagai generator SPWM. Selanjutnya dibuat rangkaian inverter topologi H-Bridge. Kemudian dilakukan pengujian dengan menghubungkan rangkaian topologi H-Bridge dengan rangkaian mikrokontroler sebagai generator SPWM. Setelah rangkaian berhasil dicoba, maka selanjutnya rangkaian siap untuk digabungkan dengan sistem secara keseluruhan. Adapun diagram alir pembuatan rangkaian ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3.6. Flowchart Pembuatan Inverter H-Bridge Berbasis Mikrokontroler

3.5.2. Pembuatan Program SPWM

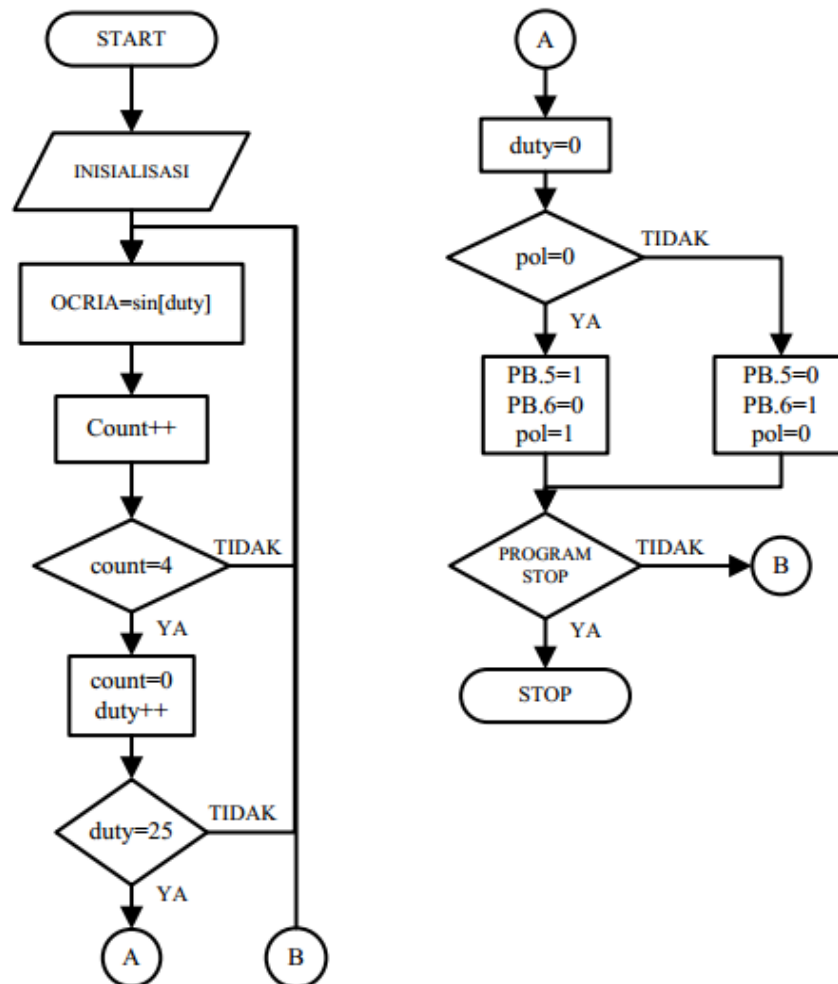
Pembuatan program mikrokontroler untuk membangkitkan sinyal SPWM dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Codevision AVR berbasis bahasa C. Untuk menghasilkan keluaran berupa sinyal SPWM, digunakan fitur *fast PWM* dan *output compare register* (OCRx) pada mikrokontroler ATtiny2313A. Sinyal pembawa pada SPWM ini menggunakan gelombang gigi gergaji yang terdapat pada fitur *fast PWM*. Sedangkan sinyal referensi berupa sinyal sinus dibangkitkan dengan menggunakan fitur register OCRx, dengan cara mengubah nilai OCRx pada setiap waktu dengan *sampling* nilai amplitudo gelombang sinusoidal. Pengubahan nilai OCRx dilakukan dengan metode *lookup*

Iyung Ruslan, 2017

RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA TOPOLOGI H-BRIDGE BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK SOLAR HOME SYSTEM

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

table. Pemilihan bentuk keluaran PWM yang mendekati setengah gelombang sinus karena pada aplikasi H-Bridge, tiap kaki (*leg*) dari H-Bridge akan bekerja setengah siklus secara bergantian, sehingga untuk tiap MOSFET pada tiap-tiap kaki hanya diperlukan PWM berupa setengah gelombang sinus saja. Adapun diagram alir dari program SPWM yang akan dibuat ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3 7. Diagram Alir Program SPWM

Untuk mengatur besarnya nilai frekuensi gelombang pembawa, maka dilakukan pengaturan terhadap nilai TOP fast PWM pada mikrokontroler dengan menggunakan persamaan 2.14. Karena pada penelitian ini frekuensi pembawa yang akan digunakan yaitu sebesar 10kHz, dan kristal yang digunakan pada mikrokontroler sebesar 16MHz, maka diperoleh nilai TOP yaitu

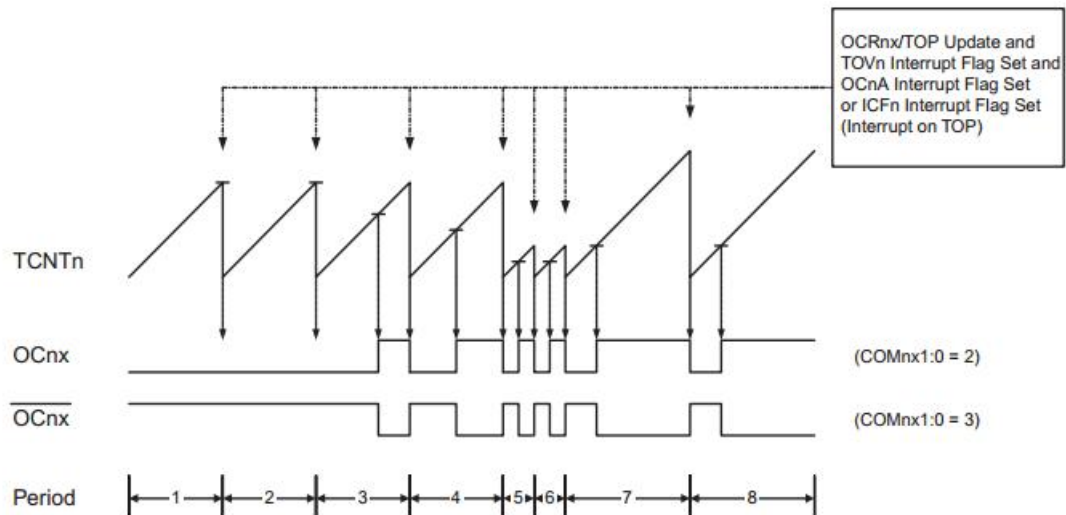
Iyung Ruslan, 2017

RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA TOPOLOGI H-BRIDGE BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK SOLAR HOME SYSTEM

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

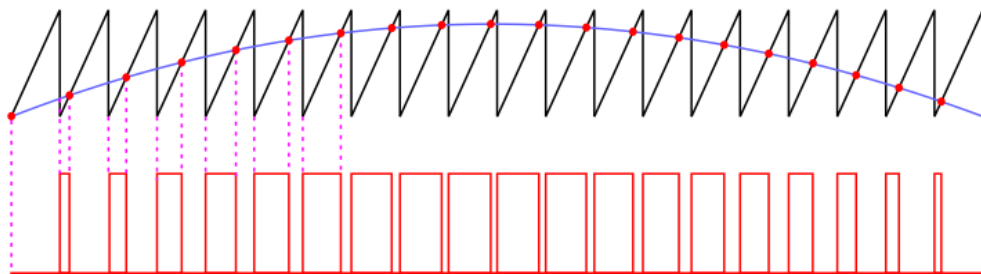
$$f_{OC1xPWM} = \frac{f_{clk}}{N(1 + TOP)}$$

$$TOP = \frac{f_{clk}}{N \cdot f_{OC1xPWM}} - 1 = \frac{16 \times 10^6}{10 \times 10^3} - 1 = 1599 = 63F_{(16)}$$



Gambar 3.8. Pengaturan PWM pada mikrokontroler dengan mode Fast PWM

Sedangkan untuk mendapatkan sinyal referensi berupa sinyal sinus, maka dilakukan modifikasi terhadap nilai OCRx dengan cara mengubah-ubah nilai OCRx setiap perubahan siklus gelombang segitiga. Untuk mendapatkan nilai OCRx mendekati gelombang sinus, maka dilakukan sampling seperti terlihat pada gambar dibawah, dimana titik merah merupakan nilai OCRx yang didapatkan dari hasil sampling sehingga keluaran dari mikrokontroler akan berupa gelombang SPWM. Namun keluaran yang dihasilkan mikrokontroler masih berupa SPWM setengah gelombang.



Iyung Ruslan, 2017

RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA TOPOLOGI H-BRIDGE BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK SOLAR HOME SYSTEM

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3 9. Pengaturan Nilai OCRx untuk Mendapatkan Keluaran SPWM

Karena sinyal referensi berupa gelombang sinus frekuensinya ditentukan sebesar 50Hz, maka diperlukan sampling sebanyak 200 sampling. Tetapi untuk mendapatkan bentuk setengah gelombang sinus saja, maka sampling yang diperlukan hanya setengahnya, yaitu 100 sampling. Adapun nilai sampling ditentukan dari nilai TOP dan banyaknya sampling, dimana nilai untuk tiap sampling ke-n diberikan oleh persamaan

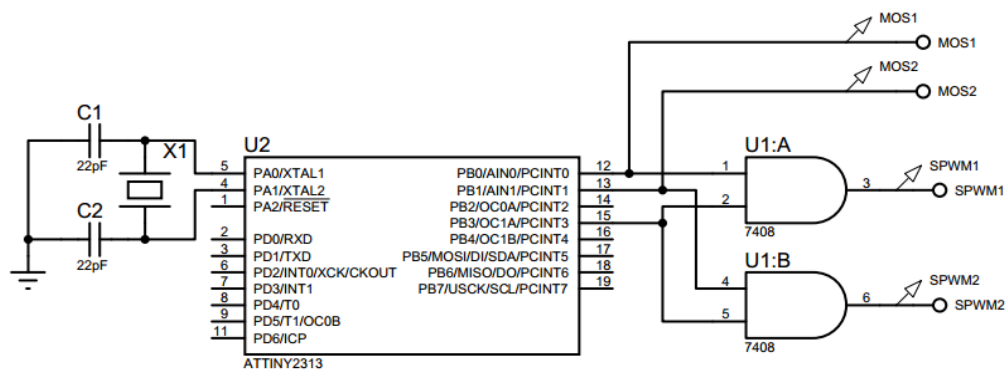
$$Sampling_{ke-n} = TOP \times \sin\left(\frac{180^\circ}{banyak\ sampling} \cdot n\right)$$

Sehingga dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel, bisa kita didapatkan nilai untuk tiap bagian sampel dari satu hingga 100 yaitu {0,51,101,201,299,...,1597,1599,1599,1597,1594,...101,51,0}. Selanjutnya nilai ini disimpan pada lookup table untuk mengganti nilai OCRx ketika terjadi perubahan siklus gelombang gigi gergaji pada fast PWM mikrokontroler.

Adapun untuk sinyal kotak 50Hz dibangkitkan dengan cara menginvers nilai keluaran PB0 dan PB1 ketika program telah mengeksekusi 100 sampling. Sehingga didapatkan keluaran PB0 dan PB1 berupa gelombang kotak 50Hz dengan polaritas yang berbeda.

3.5.3. Rangkaian Generator SPWM

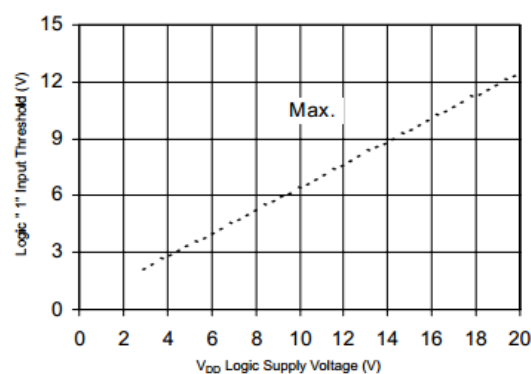
Rangkaian generator SPWM terdiri dari mikrokontroler ATtiny2313A dan IC TTL 7408. Karena pembangkitan sinyal PWM pada mikrokontroler menggunakan Timer1 dan OCR1A, sehingga sinyal keluaran PWM akan keluar melalui pin 15 ATtiny2313A. Sedangkan sinyal kotak 50Hz untuk mengaktifkan MOSFET pada tiap kaki H-Bridge dan inversnya diatur untuk keluar melalui pin 12 (PB0) dan pin 13 (PB1). Untuk mendapatkan SPWM dengan siklus setengah gelombang, maka keluaran PWM dan keluaran sinyal kotak 50Hz perlu di-and kan dengan menggunakan IC 7408, sehingga nantinya diperoleh keluaran SPWM setengah gelombang untuk selanjutnya menjadi masukan bagi rangkaian H-Bridge.



Gambar 3.10. Rangkaian Generator SPWM

3.5.4. Rangkaian Driver MOSFET

Rangkaian *driver* MOSFET pada inverter ini menggunakan IC IR2110. Untuk bisa bekerja, IR2110 memerlukan tegangan catu baik untuk sisi masukan (V_{DD}) maupun untuk sisi keluaran (V_{CC}). Untuk menentukan besarnya tegangan catu sisi masukan ditentukan oleh grafik V_{DD} terhadap batas masukan logik satu seperti ditunjukkan pada Gambar 3.11. Karena tegangan minimal untuk logik satu adalah 4,2V, sehingga tegangan catu masukan IR2110 diatur sebesar 5V. Sedangkan tegangan catu keluaran IR2110 diatur sebesar 12V untuk menjamin nilai keluaran IR2110 sebagai masukan MOSFET mendekati nilai 10V agar MOSFET dapat bekerja pada kondisi *fully on*.

Gambar 3.11. Grafik tegangan V_{DD} terhadap batas tegangan masukan logik “1”

Iyung Ruslan, 2017

RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA TOPOLOGI H-BRIDGE BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK SOLAR HOME SYSTEM

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Selanjutnya menentukan komponen *bootstrap* untuk rangkaian sistem minimum IR2110 agar dapat bekerja, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.16. Karena frekuensi dari sinyal SPWM adalah 10kHz, sehingga diperlukan dioda yang bisa bekerja pada frekuensi tinggi. Sehingga pada rangkaian ini digunakan dioda *ultrafast* dengan tipe UF4007. Sedangkan besarnya nilai kapasitor *bootstrap* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada *Application Note* AN-978. Mengacu pada *datasheet* IR2110 dan IRFP460, didapatkan nilai parameter-parameter untuk perhitungan kapasitor *bootstrap* antara lain,

$$Q_g = 2,10 \times 10^{-7} \text{ C}$$

$$I_{qbs(max)} = 2,30 \times 10^{-4} \text{ A}$$

$$f = 10.000 \text{ Hz}$$

$$I_{cbs(leak)} = 2,50 \times 10^{-4} \text{ C}$$

$$V_{cc} = 12 \text{ V}$$

$$V_{LS} = 0,5 \text{ V}$$

$$V_{min} = 10 \text{ V}$$

$$Q_{LS} = 5 \times 10^{-9} \text{ C}$$

Sehingga,

$$C \geq \frac{2 \left[2Q_g + \frac{I_{qbs(max)}}{f} + Q_{is} + \frac{I_{Cbs(leak)}}{f} \right]}{V_{cc} - V_f - V_{LS} - V_{min}}$$

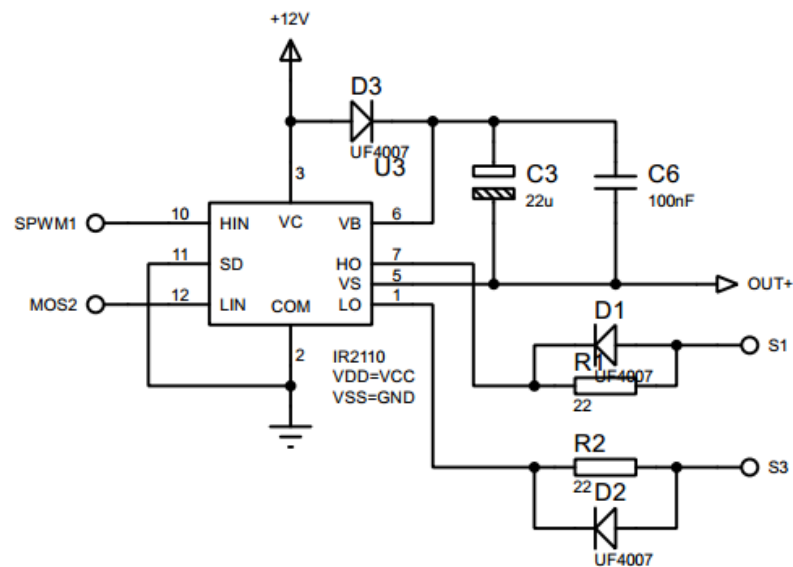
$$C \geq \frac{2 \left[2,2,10 \times 10^{-7} + \frac{2,3 \times 10^{-4}}{10000} + 5 \times 10^{-9} + \frac{2,5 \times 10^{-4}}{10000} \right]}{12 - V_f - V_{LS} - V_{min}}$$

Sehingga didapatkan nilai kapasitor *bootstrap* yaitu $C \geq 0,63 \mu\text{F}$. Karena kapasitor yang digunakan merupakan kapasitor elektrolit, sehingga nilai C dikalikan faktor 15, sehingga didapat nilai $C \geq 3,2 \mu\text{F}$. Oleh karena itu kapasitor yang digunakan bernilai $22 \mu\text{F}$. Selain itu, mengacu pada *Application Note* AN-978, pada keluaran IR2110 baik pada HO maupun LO, dipasang dioda dan resistor paralel untuk menambahkan *deadtime*.

Iyung Ruslan, 2017

RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA TOPOLOGI H-BRIDGE BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK SOLAR HOME SYSTEM

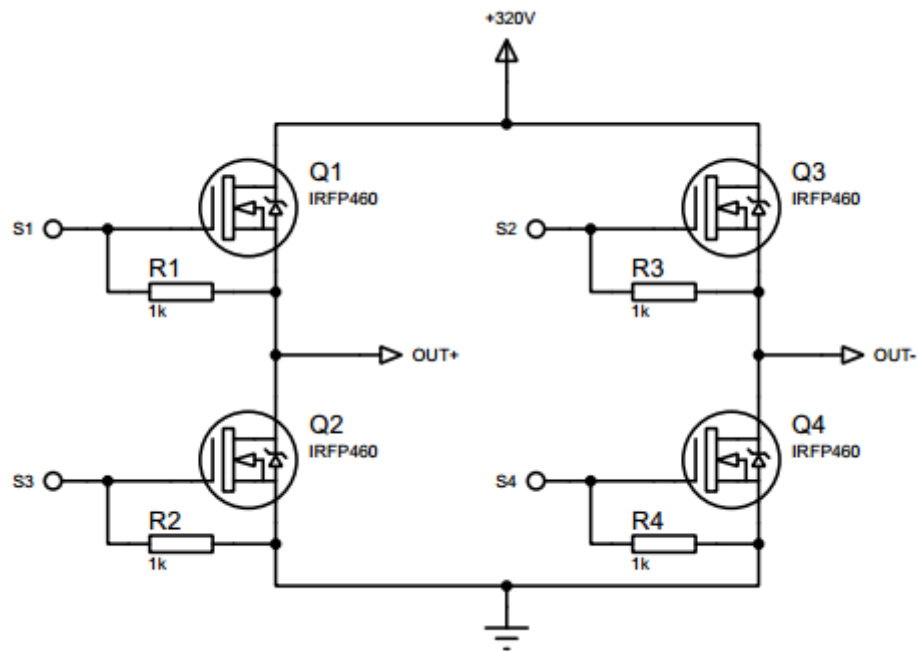
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.12. Rangkaian Driver IR2110

3.5.5. Rangkaian Inverter H-Bridge

Rangkaian H-Bridge pada inverter ini menggunakan MOSFET sebagai komponen *switching* untuk mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik. Penggunaan MOSFET didasarkan pada karakteristik MOSFET yang memiliki frekuensi kerja yang tinggi dan dapat melewati arus I_D yang cukup besar. Karena rangkaian H-Bridge akan beroperasi pada tegangan maksimum 320V, sehingga MOSFET yang digunakan pada rangkaian ini memerlukan nilai rating $V_{DS} > 320V$. Adapun MOSFET yang digunakan yaitu MOSFET keluaran International Rectifier tipe IRFP460, dengan rating tegangan V_{DS} sebesar 500V, dan rating arus I_D sebesar 20A.



Gambar 3.13. Rangkaian H-Bridge

3.5.6. Rangkaian Tapis Pasif Lolos Rendah LC

Rangkaian tapis pasif lolos rendah digunakan untuk mengurangi distorsi harmonisa pada gelombang keluaran inverter. Tapis pasif lolos rendah yang digunakan adalah tapis LC dimana hanya menggunakan masing-masing satu buah induktor dan kapasitor pada rangkaianannya. Frekuensi keluaran inverter yang diinginkan yaitu sebesar 50Hz, dan nilai frekuensi *cutoff* yaitu 500Hz. Dengan menggunakan induktor sebesar 50mH, sehingga nilai kapasitansi kapasitor dapat kita cari sebagai berikut

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Leftrightarrow f^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot 500^2 \cdot (50 \times 10^{-3})} = 2,026 \mu F$$

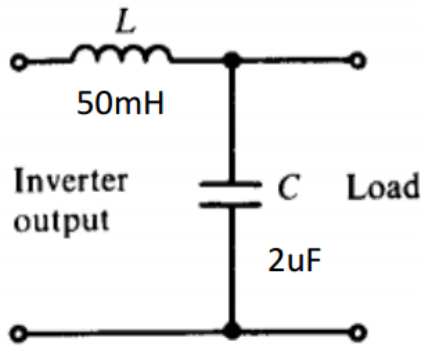
$$C \approx 2 \mu F$$

Sehingga kapasitor yang digunakan yaitu kapasitor dengan kapasitansi 1μF dipasang paralel sebanyak dua buah sehingga didapatkan total kapasitansi 2μF, dengan rating tegangan 450V.

Iyung Ruslan, 2017

RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA TOPOLOGI H-BRIDGE BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK SOLAR HOME SYSTEM

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.14. Rangkaian Tapis Pasif LC

3.6. Perangkat Lunak Pendukung

Perangkat lunak pendukung yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain Microsoft Word yang digunakan untuk penulisan skripsi. Microsoft Visio, yang digunakan untuk membuat skematik diagram, *flowchart* penelitian dan sebagainya. Codevision AVR yang digunakan untuk melakukan pemrograman mikrokontroler. Proteus Professional 8.4 dan Psim 9.0 digunakan sebagai perangkat lunak untuk melakukan simulasi dari rangkaian yang telah direncanakan, serta Cadsoft Eagle yang digunakan untuk me-*layout* PCB dari inverter yang akan dirancang.